

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 614.7

Влияние противопожарной пены на окружающую среду

В.В. Курнос

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Подробно исследованы показатели водородного ионного показателя (рН) пенного раствора и водных образцов с помощью рН-метра. Эксперимент состоял из пяти этапов, на каждом из которых проводились измерения рН как пенного концентрата, так и его водного раствора. В ходе эксперимента было установлено, как изменение температуры влияет на характер протекания химических реакций, а также проведено сравнение плотности рассматриваемых жидкостей. Кроме того, было зафиксировано образование пленки на поверхности воды при добавлении пенного концентрата. Также экспериментально было исследовано влияние продуктов горения (сажи) на рН раствора. Проведен анализ возможных экологических последствий попадания раствора в окружающую среду. На основании полученных данных сделан вывод о вероятном негативном воздействии пенного концентрата на водоёмы и почву.

Ключевые слова: противопожарная пена, пенный концентрат, токсичность, водородный показатель, загрязнение, почва, вода, биота, продукты горения

Для цитирования. Курнос В.В. Влияние противопожарной пены на окружающую среду. *Молодой исследователь Дона.* 2025;10(3):32–34.

Impact of Fire-Fighting Foam on the Environment

Vladislav V. Kurnosov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The hydrogen ion concentration (pH) indices of foam solution and of water samples have been studied in detail by means of a pH reader. The experiment consisted of five stages, at each stage the pH of both the foam concentrate and its water solution has been measured. During the experiment, the kind of temperature change influence on the behaviour of chemical reactions has been determined. Furthermore, formation of a film on the surface of water after adding the foam concentrate has been recorded. Influence of the combustion products (soot) on the pH of the solution has also been experimentally studied. Possible ecological consequences of the solution release into the environment have been analysed. Based on the data obtained, the conclusion about likely negative impact of the foam concentrate on water bodies and soil has been made.

Keyword: fire-fighting foam, foam concentrate, toxicity, hydrogen ion concentration index, pollution, soil, water, biota, combustion products

For Citation. Kurnosov VV. Impact of Fire-Fighting Foam on the Environment. *Young Researcher of Don.* 2025;10(3):32–34.

Введение. Пресная вода представляет собой бесценный ресурс, необходимый как для сохранения природной среды, так и для всех направлений антропогенной деятельности. Однако некоторые пенные вещества, такие как противопожарная пена, применяемые для тушения пожаров, не всегда безопасны для биоты и здоровья человека. Пожары могут возникать по различным причинам: как следствие определенных погодных условий, так и в результате человеческой деятельности. В любых случаях требуется локализовать их. Огнетушащая пена является отличным средством для этого: с помощью пенообразователя создается раствор определенной процентной кратности, который образует пузырьки, перекрывающие доступ кислорода к огню благодаря эффекту поверхностного

тушения, что, в свою очередь, подавляет пламя. Однако при попадании в водоёмы и почву пена, содержащая компоненты раствора, может увеличивать уровень загрязнения, что негативно сказывается на обитателях экосистем, здоровье человека и социально-экономическом развитии территорий. Экологическая опасность противопожарной пены связана с наличием в её составе поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эти вещества играют ключевую роль в образовании огнетушащего материала, обеспечивая его устойчивость и регулируя параметры, такие как поверхностное натяжение, увеличение площади раствора и его смачивающая способность. ПАВ, попадая в водные и почвенные среды в процессе тушения, негативно влияют на физико-химические свойства этих сред, создавая крайне неблагоприятные условия для обитателей. Более того, в водоемах ПАВ участвуют в процессах перераспределения и трансформации других загрязняющих веществ, активизируя их токсическое воздействие [1]. Даже в малых концентрациях эти вещества могут быть ядовитыми для живых организмов. К признакам подобного загрязнения воды относятся: уменьшение прозрачности, изменение вкуса и запаха воды, снижение концентрации кислорода и изменение кислотности, что может привести к токсическому воздействию на живые организмы и экосистемы, снижению скорости самоочищения и «цветению» водоемов [2, 3]. Не менее важным также является то, что стоки, содержащие пенные составы, могут включать токсичные компоненты, выделяющиеся при горении [4]. Эти вещества негативно воздействуют на почвы, нарушая их качество и плодородие, отрицательно влияя на всевозможные организмы и растения, как на поверхности, так и в более глубоких слоях.

Основная часть. В рамках проведенного эксперимента была измерена щелочность пенного раствора и воды. Для этого использовался рН-метр (рис. 1).



Рис. 1. Модель рН-метра

Опыт проводился в учебной лаборатории кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды» ДГТУ с использованием лабораторного метода в 5 этапов. Для эксперимента был использован 6 % пенный концентрат, который получали путем смешивания пенообразователя с водой, при этом к пяти частям воды добавлялась 1 часть 1 % пенного концентрата. На первом этапе измеряли рН пенного концентрата, и прибор показал щелочность, равную 9,36 (рис. 2).



Рис. 2. Измерение рН пенного раствора

На втором этапе замерялся pH водопроводной воды и воды из водного объекта, значения которых составили 6,5 и 7,2 соответственно. На третьем этапе измерена pH разбавленной водопроводной водой и водой из природного источника 1/1 пенного концентрата соответственно. Результат смешивания pH нейтральной и слабощелочной среды с сильнощелочной показал величину итогового раствора, равную 9,38. Изменение долей содержащихся в растворе веществ до 1/1,5 не вызвало существенного изменения pH, так как полученное значение исследуемого показателя не превысило 9,35. Данное обстоятельство можно считать подтверждением сохранения щелочных свойств исследуемого концентрата даже при его разбавлении.

На четвертом этапе было отмечено, что при повышенной температуре процесс смешивания и реагирования происходил активнее. Учитывая важную экологическую функцию поверхностного натяжения воды, было произведено сравнение уровней поверхностного натяжения воды и пенного концентрата. Согласно справочным данным, плотность воды составляет 1,0 г/см³, в то время как плотность исследуемого раствора составила 1,05 г/см³, что указывает на небольшое увеличение поверхностного натяжения водного раствора пенного концентрата, использованного при тушении. Обнаружено также, что при добавлении 1/1 пенного концентрата к воде на её поверхности образовывалась слабая пленка. На пятом этапе были изучены условия попадания сажевых частиц в массы водного раствора пенного концентрата во время тушения. Воспроизведение этой ситуации в лабораторных условиях позволило зафиксировать изменение уровня pH от 9,36 до 9,46.

Заключение. Проведенные исследования показали, что водный раствор пенного концентрата, имеющий pH 9,46, характеризуется сильнощелочной средой, что обуславливает его экологическую агрессивность. Плотность этого раствора несколько превышает плотность воды при минимальном увеличении поверхностного натяжения исследованного раствора. Установленные экспериментальным путем экологически неблагоприятных эффектов могут в большей степени проявляться в отношении водных объектов с ограниченными объемами водных масс. В то же время однократное попадание пенного концентрата в подобные растворы вместе с продуктами горения, как представляется, не приведет к значительным изменениям в природных экосистемах.

Список литературы

1. Tureková I, Balog K, Pólka M. The Effect of Fire Fighting Foams on the Environment and Fire Extinguishing. *Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza*. 2012;(25):29–36. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-effect-of-fire-fighting-foams-on-the-environment-and-fire-extinguishing> (accessed: 05.05.2025)
2. Андреев А.П., Молчанов В.П., Фещенко А.Н. Устойчивость огнетушащей пены с добавками специального назначения. *Технологии техносферной безопасности*. 2016;4(68):1–8. URL: <https://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-4/37-04-16.ttb.pdf> (дата обращения: 05.05.2025).
3. *Технический регламент о требованиях пожарной безопасности*. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008. URL: <https://10.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-02-10/3f7fce14bb9a26668dbb0f602a41efee.pdf> (дата обращения: 05.05.2025).
4. Шварев А.Ю., Смирнов В.А. Компрессионная пена — помощник пожарной охраны. *Научно-практический электронный журнал Аллея Науки*. 2019;1(28):1–12. URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/07January2019/KOMPRESSIIONNAYa%20PENa%20%20POMOSHNIK%20POZhARNOY%20OHRANY.pdf (дата обращения: 05.05.2025).

Об авторах:

Владислав Валерьевич Курносов, студент кафедры безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1) vk.vlad.vk2004@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Vladislav V. Kurnosov, Student of the Life Safety and Environmental Protection Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), vk.vlad.vk2004@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.